DEFINITIVE BAHNBESTIMMUNG

FÜR DEN

KOMETEN 1864 V.

VON

DR. FRIEDRICH WESELY.

GRAZ (STERNWARTE).

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 2. JULI 1908.

Am 31. Dezember 1864 gelang Prof. C. Bruhns an der Sternwarte in Leipzig die Entdeckung eines neuen Kometen; er selbst berichtet hierüber in einem vom 31. Dezember 1864 datierten Schreiben[1] an Prof. A. F. Peters, den damaligen Herausgeber der astronomischen Nachrichten, mit den Worten: »Heute erlaube ich mir, Ihnen die Entdeckung eines neuen Kometen anzuzeigen; ich fand ihn heute früh 5 Uhr und beobachtete ihn:

$$1864 \text{ Dez. } 30,\ 18^h\ 26^m\ 43^s \text{ mittl. Leipz. Zt. } \alpha = 14^h\ 1^m\ 52\overset{s}{.}78,\ \delta = -13°\ 6'\ 14\overset{''}{.}7.$$

Der Komet gleicht einer verwaschenen Nebelmasse von etwa 2′ Durchmesser, die Bewegung scheint nicht sehr bedeutend zu sein.« .... Unter demselben Datum schrieb er an Leverrier[2]: »Je trouvée une nouvelle Comète.... Elle ressemble à une nébulosité diffuse de 2′ à 3′ de diametre. Le mouvement n'est pas considerable.«

Das Objekt, bei seiner Entdeckung im Sternbilde der Jungfrau (in der Nähe des Sternes λ) stehend, zeigte eine anfangs schwache, im weiteren Verlaufe der Erscheinung immer beträchtlicher werdende Eigenbewegung und verschwand nach einmonatlicher Sichtbarkeitsdauer Ende Jänner 1865; der von den Beobachtungen eingeschlossene heliozentrische Bogen beträgt 33°.

Nach den übereinstimmenden Angaben der Beobachter stellte sich der Komet als äußerst lichtschwache, verwaschene und infolgedessen schwer zu beobachtende Nebelmasse dar, wodurch einerseits das auffallend spärliche Beobachtungsmateriale seine Erklärung findet, anderseits aber auch die Vermutung begründet erscheint, daß infolge der unter solchen Umständen unvermeidlichen Auffassungsfehler und der Unmöglichkeit eines sicheren Pointierens selbst bei sorgfältigster Ausgleichung eine befriedigende Darstellung sämtlicher Einzelbeobachtungen nicht gelingen werde. Eine Stütze scheint mir diese Vermutung in dem Umstande zu finden, daß trotz des dürftigen Beobachtungsmateriales und

[1] A. N. 1508.319.

[2] Pariser Wetterbulletin vom 4. Jänner 1865.

der wenig auffallenden Erscheinung des Kometen nicht weniger als fünf Elementensysteme für denselben vorliegen; die zum Teil recht erheblichen Abweichungen in der Darstellung der den betreffenden Systemen zugrunde gelegten Beobachtungen boten offenbar Anlaß zur relativ häufigen Wiederholung des Versuches, befriedigende vorläufige Elemente dieses Kometen zu erhalten.

Elementensysteme.

Der Übersichtlichkeit halber lasse ich nun zunächst die vorerwähnten fünf Elementensysteme folgen.

Aus den Leipziger Beobachtungen vom 30. Dezember 1864 sowie 2. und 3. Jänner 1865 fand C. Bruhns:[1]

$T =$ 1864 Dezember 27·36241 mittlere Berliner Zeit

$$\left.\begin{aligned}\pi &= 164^\circ\ 21'\ 56''1\\ \Omega &= 342\quad 26\quad 11\cdot1\\ i &= \ 18\quad 14\quad 40\cdot6\end{aligned}\right\}\text{ scheinbares Äquinoktium}$$

$\log q = 0\cdot056220.$

Bewegung retrograd

mittlere Beobachtung $(R-B)$: $dl = +\ 4''2$, $db = +\ 0''3$.

Auf derselben Grundlage erhielt Valentiner mit etwas verändertem M:[2]

$T =$ 1864 Dezember 30·64504 mittlere Berliner Zeit

$$\left.\begin{aligned}\pi &= 164^\circ\ 22'\ 25''5\\ \Omega &= 342\quad 33\quad 0\cdot3\\ i &= \ 18\quad 22\quad 58\cdot7\end{aligned}\right\}\text{ scheinbares Äquinoktium}$$

$\log q = 0\cdot058742$

mittlerer Ort $(R-B)$: $dl = +\ 2'55''6$, $db = +\ 3''6$.

Engelmann fand unter Zuziehung der Berliner Beobachtung vom 3. Jänner 1865:[2]

$T =$ 1864 Dezember 27·60085 mittlere Berliner Zeit

$$\left.\begin{aligned}\pi &= 162^\circ\ 59'\ \ 2''8\\ \Omega &= 341\quad 18\quad 17\cdot0\\ i &= \ 17\quad 27\quad 5\cdot3\end{aligned}\right\}\text{ scheinbares Äquinoktium.}$$

$\log q = 0\cdot049437$

mittlerer Ort $(R-B)$: $dl = +\ 8''4$, $db = +\ 0''5$

und erhielt später[3] aus den vier Leipziger Beobachtungen vom 30. Dezember 1864, 3. und 21. Jänner 1865 sowie der Berliner Beobachtung vom 3. Jänner unter Berücksichtigung aller Korrektionen:

---

[1] A. N. 1511.367.

[2] A. N. 1511.368.

[3] A. N. 1513.14.

$$
\begin{aligned}
T &= 1864 \text{ Dezember } 27 \cdot 76616 \text{ mittlere Berliner Zeit}\\
\pi &= 162^\circ\ 22'\ 55''1 \\
\Omega &= 340\ \ 53\ \ 52\cdot 6 \quad \text{mittleres Äquinoktium } 1865\cdot 0\\
i &= 17\ \ \ 7\ \ 13\cdot 7 \\
\log q &= 0\cdot 047095
\end{aligned}
$$

mittlerer Ort $(R-B)$: $dl = +17''8$, $db = -5''5$.

Herr Dr. Engelmann bemerkt hierzu: Um diese keineswegs sehr befriedigende Darstellung des Mittels der zwei mittleren Beobachtungen (Jänner 3) zu erhalten, mußte die Größe M viermal geändert werden.

Einen vorläufigen Abschluß fand die Bearbeitung dieses Kometen durch die Bahnbestimmung Herrn W. Valentiner's,[1] welcher auf Grund sämmtlicher bekannt gewordenen Beobachtungen mittels Variation der geozentrischen Distanzen das nachstehende Elementensystem errechnete:

$$
\begin{aligned}
T &= 1864 \text{ Dezember } 27 \cdot 756879 \text{ mittlere Berliner Zeit}\\
\pi &= 162^\circ\ 23'\ 35\cdot 52 \\
\Omega &= 340\ \ 54\ \ 21\cdot 56 \quad \text{mittleres Äquinoktium } 1865\cdot 0\\
i &= 17\ \ \ 7\ \ 23\cdot 42 \\
\log q &= 0\cdot 0471352
\end{aligned}
$$

Bewegung retrograd.

So Vorzügliches nun die von Herrn W. Valentiner hierbei zur Anwendung gebrachte Methode auch leisten mag, wenn es sich um die Ermittlung von Ausgangselementen handelt, so erscheint doch im vorliegenden Falle, namentlich im Hinblicke auf die ungünstigen Sichtbarkeits- und Beobachtungsverhältnisse, ihre Verwendung zur Erlangung definitiver Elemente umso weniger geboten, als ja die Forderung möglichst guten Anschlusses der Bahn an bestimmte der Rechnung zugrunde gelegte Örter naturgemäß nur auf Kosten der Darstellung der übrigen Beobachtungen erfüllt werden kann.

Der Umstand nun, daß in Herrn Valentiner's Arbeit die Methode der kleinsten Quadrate nicht zur Anwendung gekommen war, anderseits aber auch nähere Angaben über das verwendete Vergleichssternmateriale vermißt werden, ließ die neuerliche Inangriffnahme der Bahnrechnung dieses Kometen geboten erscheinen.

Über Vorschlag des (mittlerweile verstorbenen) Prof. H. Kreutz habe ich mich dieser Arbeit unterzogen und lege nun im nachstehenden das Ergebnis derselben vor, wobei nicht unerwähnt bleiben möge, daß ich zum Schutze gegen numerische Unrichtigkeiten die ganze Arbeit durch zweifache unabhängige Rechnung kontrolliert habe.

Ephemeride.

Der Ephemeridenrechnung habe ich als Ausgangselemente die zuletzt angeführten Valentiner'schen als die besten vorhandenen zugrunde gelegt, die dortselbst angeführte Größe π durch die bei Kometenbahnelementen jetzt allgemein übliche Knotendistanz des Perihels... $\omega = 178^\circ\ 30'\ 46''04$ ersetzend. Die Umrechnung der Perihelzeit auf den Normalmeridian von Greenwich, auf welchen auch die ganze weitere Rechnung bezogen wurde, ergab unter Benützung der im Nautical Almanac für das Jahr 1898 mitgeteilten Längendifferenz Berlin—Greenwich... $T' = 1864$ Dezember $27\cdot 719670$ mittlere Greenwicher Zeit, die Reduktion der drei Lage-Elemente auf das mittlere Äquinoktium $1864\cdot 0$ lieferte:

$$
\begin{aligned}
\omega_1 &= 178^\circ\ 30'\ 46''39 \\
\Omega_1 &= 340\ \ 53\ \ 31\cdot 65 \quad \text{mittleres Äquinoktium } 1864\cdot 0\\
i_1 &= 162\ \ 52\ \ 36\cdot 11
\end{aligned}
$$

[1] A. N. 1616. 119.

wobei nach der von Gauß für rückläufige Kometenbahnen vorgeschlagenen Zählweise für die Neigung der Bahn der betreffende Supplementwinkel eingeführt wurde.

Nach Berechnung der Gauß'schen Konstanten wurde sodann für die auf das mittlere Äquinoktium des Jahresanfanges bezogenen heliozentrischen Äquatorialkoordinaten des Kometen erhalten:

für 1864:

$$x' = [9 \cdot 9979735]\, r \sin (286° \; 49' \; 53''37 + v)$$
$$y' = [9 \cdot 9965693]\, r \sin (\;16 \quad 7 \; 52 \cdot 86 + v)$$
$$z' = [9 \cdot 1986595]\, r \sin (\;54 \quad 4 \; 17 \cdot 60 + v)$$

für 1865:

$$x = [9 \cdot 9979763]\, r \sin (286° \; 49' \quad 4''92 + v)$$
$$y = [9 \cdot 9965704]\, r \sin (\;16 \quad 7 \quad 6 \cdot 65 + v)$$
$$z = [9 \cdot 1984986]\, r \sin (\;54 \quad 2 \; 36 \cdot 99 + v)$$

Durch Verbindung der hieraus sich ergebenden Kometenörter mit den Sonnenkoordinaten, welche ich nach Reduktion auf das mittlere Äquinoktium des Jahresanfanges dem Nautical Almanac entnommen habe, wurde die nachstehende Ephemeride erhalten, wozu ich bemerke, daß infolge der immer beträchtlicher werdenden Eigenbewegung des Objektes mit 13. Jänner die Verengung des Intervalles auf 12 Stunden notwendig wurde. Zur Berechnung der Aberrationszeit habe ich die Newcomb'sche Konstante ($\log C = 2 \cdot 697630$) benützt.

Mittlere Zeit Greenwich	α appar.	Δ	δ appar.	Δ	log ρ	Aberrations-zeit
1864 Dezember 29·0	14h 5m 32s89		−12° 44' 32"9		0·04073	547s5
		−106s44		−834"5		
30·0	3 46·45		58 27·4		·02738	530·9
		114·62		879·4		
31·0	1 51·83		13 13 6·8		·01354	514·2
		123·85		927·8		
1865 Jänner 1·0	13 59 47·98		28 34·6		9·99917	497·5
		134·02		982·5		
2·0	57 33·96		44 57·1		·98424	480·7
		145·47		1041·6		
3·0	55 8·49		14 2 18·7		·96872	463·8
		158·27		1106·6		
4·0	52 30·22		20 45·3		·95258	446·9
		172·76		1178·7		
5·0	49 37·46		40 24·0		·93579	430·0
		189·01		1258·2		
6·0	46 28·45		15 1 22·2		·91830	413·0
		207·61		1346·3		
7·0	43 0·84		23 48·5		·90008	396·0
		228·76		1443·4		
8·0	39 12·08		47 51·9		·88108	379·1
		253·10		1551·1		
9·0	34 58·98		16 13 43·0		·86126	362·2
		281·10		1669·9		
10·0	30 17·88		41 32·9		·84058	345·3
		313·59		1801·1		
11·0	25 4·29		17 11 34·0		·81899	328·6
		351·36		1945·2		
12·0	19 12·93		43 59·2		·79645	312·0
		395·61		2101·9		
13·0	12 37·32		18 19 1·1		·77293	295·5
		−216·74		−1114·1		
13·5	9 0·58		37 35·2		·76080	287·4
		230·94		1157·4		
14·0	5 9·64		56 52·6		·74842	279·3
		246·16		1202·9		

Mittlere Zeit Greenwich	α appar.	Δ	δ appar.	Δ	log ρ	Aberrationszeit
1865 Jänner 14·5	13h 1m 3s48		−19° 16' 55"5		9·73579	271s3
		−262s98		−1247"6		
15·0	12 56 40·50		37 43·1		·72291	263·4
		281·18		1293·5		
15·5	51 59·32		59 16·6		·70979	255·5
		301·00		1339·4		
16·0	46 58·32		20 21 36·0		·69644	247·8
		322·60		1384·4		
16·5	41 35·72		44 40·4		·68287	240·2
		346·20		1426·6		
17·0	35 49·52		21 8 27·0		·66910	232·7
		371·83		1466·3		
17·5	29 37·69		32 53·3		·65514	225·3
		399·85		1500·3		
18·0	22 57·84		57 53·6		·64104	218·1
		430·32		1526·5		
18·5	15 47·52		22 23 20·1		·62682	211·1
		463·15		1543·7		
19·0	8 4·37		49 3·8		·61254	204·3
		498·88		1546·8		
19·5	11 59 45·49		23 14 50·6		·59826	197·7
		537·03		1534·8		
20·0	50 48·46		40 25·4		·58404	191·3
		577·98		1498·5		
20·5	41 10·48		24 5 23·9		·56998	185·2
		621·15		1438·2		
21·0	30 49·33		29 22·1		·55618	179·4
		666·56		1343·9		
21·5	19 42·77		51 46·0		·54275	173·9
		713·25		1212·9		
22·0	7 49·52		25 11 58·9		·52984	168·8
		760·71		1037·9		
22·5	10 55 8·81		29 16·8		·51760	164·2
		807·82		814·9		
23·0	41 40·99		42 51·7		·50620	159·9
		852·97		540·1		
23·5	27 28·02		51 51·8		·49583	156·1
		894·55		217·3		
24·0	12 33·47		55 29·1		·48666	152·9
		931·12		+153·6		
24·5	9 57 2·35		52 55·5		·47889	150·2
		960·74		566·3		
25·0	41 1·61		43 29·2		·47269	148·0
		981·47		1004·1		
25·5	24 40·14		26 45·1		·46821	146·5
		992·52		1452·9		
26·0	8 7·62		2 32·2		·46556	145·6
		993·09		1896·2		
26·5	8 51 34·53		24 30 56·0		·46481	145·4
		983·04		2311·0		
27·0	35 11·49		23 52 25·0		·46598	145·8
		963·05		2688·8		
27·5	19 8·44		7 36·2		·46905	146·8
		934·20		3007·1		
28·0	3 34·24		22 17 29·1		·47394	148·5
		898·29		3262·7		
28·5	7 48 35·95		21 23 6·4		·48053	150·7
		856·81		3448·4		
29·0	34 19·14		20 25 38·0		·48867	153·6
		811·78		3569·6		
29·5	20 47·36		19 26 8·4		·49818	157·0
		764·76		3629·8		
30·0	8 2·60		18 25 38·6		·50887	160·9

Vergleichssterne.

Ich lasse nun zunächst das Verzeichnis der den beobachteten Kometenörtern zugrunde gelegten Vergleichssternpositionen folgen und bemerke hierzu, daß die Reduktion derselben auf das mittlere Äquinoktium für den Anfang des Beobachtungsjahres durchwegs mittels des in Oppolzer's Lehrbuch zur Bahnbestimmung (I. Auflage, I. Band, p. 84) gezeigten Verfahrens unter Benutzung der dortselbst angegebenen Konstanten vorgenommen wurde.

Mittleres Äquinoktium 1864·0.

Nr.	Quelle	α	δ	Gew.
1	Weisse$_1$ XIV, 67	14^h 5^m 34^{s}95	−13° 6' 30"2	2
	Santini 1296	5 34·93	6 31·1	3
	Cambridge[1]	5 35·02	6 30·5	5
		14^h 5^m 34^{s}98	−13° 6' 30"6	

Mittleres Äquinoktium 1865·0.

Nr.	Quelle	α	δ	Gew.
2	Weisse$_1$ XIII, 913	13^h 53^m 53^{s}44	−14° 12° 13"5	1
	Santini 1284	53 53·43	12 11·2	2
	Wash. Zon. 45 Nr. 114 .	53 53·57	12 12·5	5 (zusammen mit der nächsten Zeile)
	» » 113 » 114 .	53 53·58	12 11·5	
	Lalande Nr. 25.726 . . .	53 53·38	12 15·1	0
	Paris II Nr. 17.176	53 53·72	12 11·1	0
	Paris III »	53 53·57	12 11·7	4
	München Nr. 9.723 . . .	53 53·41	12 14·2	2
	Cambridge[1]	53 53·60	12 13·6	6
		13^h 53^m 53^{s}55	−14° 12' 12"6	
3	Weisse$_1$ XIII 899	13^h 53^m 10^{s}99	−14° 17' 40"8	1
	Santini Nr. 1283	53 10·87	17 39·0	2
	Radcl.$_2$ Nr. 3628	53 10·75	17 41·5	5
	Wash. Zon 45 Nr. 113 . .	53 10·69	17 42·4	5 (zusammen mit den zwei nächsten Zeilen)
	» » 113 » 113 . .	53 10·72	17 42·7	
	Lalande Nr. 25.710 . . .	53 10·75	17 35·5	
	Paris II Nr. 17.157 . . .	53 11·01	17 41·5	3
	Paris III » . . .	53 10·88	17 41·4	3
		13^h 53^m 10^{s}83	−14° 17' 41"5	

[1] Diese beiden Positionen verdanke ich gütiger brieflicher Mitteilung von seiten der Sternwarte des Harward-College in Cambridge.

Mittleres Äquinoktium 1865·0.

Nr.	Quelle	α	δ	Gew.
4	Argel. Weiss Nr. 9217 . .	$11^h\ 19^m\ 39^s\!.79$	$-25°\ 0^s\ 45''\!.5$	1
	Cordoba 15.636	19 39 73	0 47·6	2
	Argent. Zon. Kat 11^h 1407	19 39·60	0 45·8	2
		$11^h\ 19^m\ 39^s\!.69$	$-25°\ 0'\ 46''\!.5$	
5	Argel. Weiss Nr. 7.956 . .	$9^h\ 30^m\ 7^s\!.42$	$-25°\ 21'\ 30''\!.0$	1
	Cordoba 13.103	30 7·43	21 33·5	2
	Argent. Zon. Kat 9^h 2.461 .	30 7·37	21 32·0	2
		$9^h\ 30^m\ 7^s\!.40$	$-25°\ 21'\ 32''\!.2$	
6	Argel. Weiss Nr. 5.557 . .	$7^h\ 21^m\ 21^s\!.10$	$-19°\ 43'\ 43''\!.8$	1
	Cinc. Zon. Kat 1279 . . .	21 21·24	43 41·0	2
	Luther (Hamb.) 225 . . .	21 21·09	43 41·0	2
		$7^h\ 21^m\ 21^s\!.15$	$-19°\ 43'\ 41''\!.6$	
7	Argel Weiss Nr. 10.692 .	$13^h\ 32^m\ 42^s\!.39$	$-15°\ 45'\ 36''\!.9$	2
	Radcl.$_2$ 3.538	32 42·42	45 34·8	3
	Wash. Zon. 51 Nr. 39 . .		45 36·1	2 (für Wash. Zon. 51, 119, 120)
	» » 119 » 8 . .	32 42·43	45 36·6	
	» » 120 » 3 . .	32 42·42	45 35·2	
	Lalande 25.213	32 42·75	45 33·4	0
	Paris II Nr. 16.686 . . .	32 42·41	45 35·0	1
	Paris III » . . .	32 42·48	45 35·5	2
		$13^h\ 32^m\ 42^s\!.43$	$-15°\ 45'\ 35''\!.6$	
8	Argel. Weiss Nr. 10.709 .	$13^h\ 34^m\ 30^s\!.49$	$-16°\ 7'\ 24''\!.8$	1
	Wash. Zon. 53 Nr. 6 . .	34 30·42	7 23·7	2 (für Wash. Zon. 53, 119, 208)
	» » 119 » 9 .	34 30·22	7 25·0	
	» » 208 » 1 . .	34 30·38	7 23·6	
		$13^h\ 34\ 30^s\!.39$	$-16°\ 7'\ 24''\!.3$	

Beobachtungen.

Bei der Besprechung der Beobachtungen, welche ich zunächst in übersichtlicher Zusammenstellung folgen lasse, glaube ich im Hinblicke auf die geringe Anzahl derselben — es sind im ganzen nur zehn — etwas ausführlicher sein zu dürfen, als dies sonst üblich ist, zumal sich hierbei Gelegenheit bieten wird, auf mehrere in der Publikation der Beobachtungen unterlaufene kleine Unrichtigkeiten und Widersprüche hinzuweisen.

Nr. der Beobachtung	Datum	Ortszeit	Zahl der Vergleiche	Differenz Komet—Stern		Nr. des Vergleichs-Sternes	Reduktion auf den scheinbaren Ort		Parallaxe		Beobachter[1]
				AR	*D*		*AR*	*D*	*AR*	*D*	
1	1864 Dez. 30	$18^h\ 26^m\ 43^s$	15,5	$-\ 3^m\ 13^s37$	$-\ 2'\ 23''1$	1	$+\ 3^s50$	$-\ 13''7$	$-\ 0^s09$	$+\ 7''4$	B
2	1865 Jänn. 2	17 15 21	5,5	+ 2 2·04	+15 21·1	2	0·44	+ 2·9	0·18	8·1	»
3	3	18 4 48	8,8	+ 0 5·46	+ 2 10·6	3	0·48	2·7	0·09	8·5	»
4	3	18 17 41	8,4	− 0 38·86	− 3 33·9	2	0·48	2·7	0·07	8·6	»
5	3	18 28 2	9,6	+ 0 3·40	+ 1 45·9	3	0·48	2·7	0·05	8·9	T
6	8	17 28 54·1	4,4	+ 3 40·05	−19 49·7	7	0·78	1·6	0·13	10·7	M
7	8	18 2 9·0	8,8	+ 1 45·69	+ 1 26·0	8	0·78	+ 1·8	− 0·05	10·7	»
8	21	15 55 17	17,6	− 2 55·36	+ 3 3·0	4	2·02	− 4·4	+ 0·27	23·8	B
9	25	14 7 4	5,5	− 7 14·59	− 3 32·5	5	2·37	11·0	+ 0·37	28·0	»
10	29	10 26 30	18,6	+ 2 4·80	+ 5 18·0	6	+ 2·20	− 16·3	− 0·11	+ 25·8	B u. E

[1] B = Bruhns (Leipzig), T = Tietjen (Berlin), M = Murmann (Wien), E = Engelmann (Leipzig).

1. Die erste Beobachtung ist gegenüber den Angaben, welche in Bruhns brieflichen Mitteilungen über die Entdeckung des Kometen enthalten sind, verändert, weil dort der Vergleichsstern irrtümlich auf 1854 statt auf das Jahr 1864 reduziert war;[1] auch ist (a. a. O.) die Differenz ☄—∗ in Deklination fälschlich mit $-2'\ 33''1$ (richtig $-2'\ 23''1$) angegeben.

2. In der Kolonne: Differenz ☄—∗ geben die Astronomischen Nachrichten 1511.367 für die zweite Beobachtung vom 3. Jänner in Rektaszension: $-0^m\ 38^s36$, welcher Wert jedoch der daselbst ebenfalls angeführten scheinbaren Rektaszension des Kometen nicht zugrunde gelegt ist, weshalb kein Zweifel bestehen kann, daß der später[2] mitgeteilte Wert $-0^m\ 38^s86$ der richtige ist.

3. Zur Berliner Beobachtung vom 3. Jänner, für welche übrigens die Beobachtungszeit in den Astronomischen Nachrichten 1509.335 irrtümlich mit $13^h\ 28^m\ 2^s$ angegeben ist, bemerkt der Beobachter F. Tietjen: »Die Beobachtung ist sehr unsicher wegen des verwaschenen Aussehens des Kometen, welches noch bedeutend dadurch erhöht wurde, daß das Objektiv mit einer ziemlich starken Eiskruste überzogen war.« Die näheren Umstände dieser Beobachtung sind in die Astronomischen Nachrichten nicht aufgenommen und wurden mir über meine Anfrage in liebenswürdiger Weise von Herrn Assistenten Dr. J. Hoelling bekanntgegeben, welcher mir unter Anderen mittheilte: »Außer im Bogenmaß steht die $\Delta\delta$-Messung auch in Schraubenrevolutionen angegeben; berechnet man sich aus den benachbarten Beobachtungen den Wert einer Revolution, so ergibt sich unter Zugrundelegung desselben für $\Delta\delta$ nicht der oben (im Beobachtungsjournale) angegebene, sondern $+\ 1'\ 45''7$; dies hat ursprünglich auch dagestanden und ist deutlich in $+\ 1'\ 38''7$ korrigiert. Der Grund dieser Änderung ist weder angegeben, noch hier zu ermitteln gewesen.« Ich habe daher trotz des dürftigen Beobachtungsmateriales um so weniger Bedenken getragen, diese Beobachtung auszuschließen, als auch schon der Beobachter selbst auf deren große Unsicherheit hinwies.

---

[1] A. N. 1511.367.

[2] A. N. 1528.243.

4. Für die beiden Wiener Beobachtungen vom 8. Jänner, welche in den Astronomischen Nachrichten (1516·61) nur sehr unvollständig publiziert sind, habe ich die näheren Details den Annalen der Wiener Sternwarte entnommen; die dort angegebenen Beobachtungszeiten differieren von den in den Astronomischen Nachrichten mitgeteilten um zirka 7^s; nach der von Herrn Sternwartendirektor Hofrat Dr. E. Weiß ausgesprochenen Vermutung dürfte diese Differenz in dem zur Zeit der Publikation in den astronomischen Nachrichten nicht genau bekannten, erst durch nachfolgende Zeitbestimmungen berichtigten Uhrstande begründet sein; demgemäß habe ich auch die in den Wiener Annalen angegebenen Beobachtungszeiten der Rechnung zugrunde gelegt. Über das Aussehen des Kometen sagt der Beobachter (a. a. O.): »Durchmesser des Kometen 3 bis $4'$; verwaschen, ohne deutlichen Kern; Helligkeit $=$ 7 bis 8^m.

Die nun folgende Lücke (vom 8. bis 21. Jänner) in der Beobachtungsreihe findet ihre Erklärung in dem während dieser Zeit herrschenden Mondlichte, welches ein sicheres Beobachten des schlecht umgrenzten lichtschwachen Objektes wohl nicht gestattete.

5. Zu den beiden Leipziger Beobachtungen vom 21. und 25. Jänner bemerkt Dr. R. Engelmann:[1] »Der Komet war beide Male sehr schwach.«

Die letzte Beobachtung gelang an der Leipziger Sternwarte am 29. Jänner.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch einer vermeintlichen Beobachtung des Kometen an der Sternwarte zu Athen Erwähnung getan (siehe A. N. 1516·64), die sich jedoch bald als Irrtum erwies und bereits in den Astronomischen Nachrichten 1529·271 widerrufen wurde.

Behufs Vergleichung der Beobachtungen mit der Ephemeride wurden zunächst die Beobachtungszeiten auf den Normalmeridian von Greenwich reduziert und wegen Aberration korrigiert, worauf sich durch Verbindung der von der Parallaxe befreiten Beobachtungen mit den durch Interpolation der Ephemeride erhaltenen Kometenörtern die nachstehend angeführten Werte für $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ ergaben:

Nr.	Mittlere Zeit Greenwich	α-Beob.	$\Delta\alpha$ $(B-R)$	δ-Beob.	$\Delta\delta$ $(B-R)$
1	1864 Dez. 30·728128	14^h 2^m $25^s.02$	+ 1^s15	$-13°$ $9'$ $0''.0$	+ $3''.1$
2	1865 Jänn. 2·679143	13 55 55·85	− 0·64	13 56 40·5	− 2·8
3	3·713684	13 53 16·68	− 0·26	14 15 19·7	+ 1·7
4	3·722632	13 53 15·10	− 0·40	14 15 35·2	− 3·8
5	3·727034	13 53 14·66	(− 0·13)	14 15 44·0	(− 7·7)
6	8·678643	13 36 23·13	− 0·03	16 5 13·0	− 0·8
7	8·701737	13 36 16·81	− 0·40	16 5 45·8	+ 2·7
8	21·626973	11 16 46·62	+ 0·53	24 57 24·1	−16·0
9	25·552125	9 22 55·55	− 1·46	25 24 47·7	−13·0
10	29·398839	7 23 28·04	+ 0·18	19 38 14·1	+ 3·3

[1] A. N. 15. 1313.

Störungen.

Die Berücksichtigung der Störungen bei einer Erscheinung von der kurzen Dauer der vorliegenden mag überflüssig erscheinen und hätte füglich auch — nicht zuletzt unter Berufung auf Gaussens Autorität[1] — gänzlich übergangen werden können. Der Gründlichkeit halber und, da doch im Verlaufe der Erscheinung die Annäherung des Kometen namentlich an die Erde ziemlich erheblich wurde, habe ich gleichwohl die Störungen von Jupiter, Erde und Venus, welche als störende Körper hier ausschließlich in Betracht kommen, strenge gerechnet. Hierzu wurden unter Zugrundelegung der Newcomb'schen Werte für die Massen der störenden Körper

$$m_{♄} = \frac{1}{1.047{\cdot}355} \qquad m_{♁+☾} = \frac{1}{329.390} \qquad m_{♀} = \frac{1}{408.000}$$

die Störungsgleichungen in rechtwinkligen Äquatorialkoordinaten mit zehntägigem Intervalle aufgestellt und nach Encke's Methode durch mechanische Quadraturen integriert; für die Komponenten der störenden Kräfte nach den drei Achsenrichtungen ergab sich schließlich:

Mittlere Zeit Greenwich	$m\frac{d^2\xi}{dt^2}$	$m\frac{d^2\eta}{dt^2}$	$m\frac{d^2\zeta}{dt^2}$
1865 Jänn. 1·0	+ 2·11	— 0·87	— 0·27
11·0	+ 3·47	— 0·14	+ 0·43
21·0	+ 8·37	— 1·31	+ 2·93
31·0	+ 4·16	— 7·66	+ 2·41

und hieraus durch Integration, mit Jänner 16·0, der ungefähren Mitte der Erscheinung als Oskulationsepoche, für die Störungen der Koordinaten (in Einheiten der siebenten Dezimale):

Mittlere Zeit Greenwich	ξ	η	ζ
1865 Jänn. 1·0	+ 4·20	— 0·31	+ 0·63
11·0	+ 0·64	— 0·06	+ 0·16
21·0	+ 0·85	— 0·11	+ 0·26
31·0	+ 8·67	— 1·90	+ 3·05

Der Übergang auf die Störungen des geozentrischen Ortes wurde in einfacher Weise vermittels der bekannten Differentialausdrücke:

---

[1] Mit Beziehung auf Beobachtungsreihen, welche nur kurze Zeit umfassen, sagt Gauß in der Theoria motus (Art 190): »Quamdiu res ita se habet, operae haud pretium esset, calculum praematurum perturbationum suscipere, sed potius sufficiet, sectionem conicam quasi osculatricem observationibus adaptare.«

$$\left.\begin{aligned} \rho \cos\delta . d\alpha &= -\xi \sin\alpha + \eta \cos\alpha \\ \rho . d\delta &= -\sin\delta\,(\xi\cos\alpha + \eta\sin\alpha) + \zeta\cos\delta \end{aligned}\right\}$$

bewerkstelligt, wodurch die nachstehenden Werte erhalten wurden:

Mittlere Zeit Greenwich	$d\alpha$	$d\delta$
1865 Jänn. 1·0	+ 0ˢ05	0ˢ00
11·0	+ 0·01	0·00
21·0	0·00	— 0·01
31·0	— 0·51	+ 0·12

also in der Tat verschwindende Beträge, wie ja schließlich unter den obwaltenden Umständen auch zu erwarten stand.

Normalörter.

Die Vereinigung der ersten vier Beobachtungen sowie der beiden Wiener Beobachtungen anderseits zu je einem Normalort war durch die zeitliche Verteilung derselben bedingt. Es möchte nun naheliegend erscheinen, auch die letzten drei Beobachtungen (vom 21., 25. und 29. Jänner) zur Bildung eines Normalortes zu benutzen und so das Ganze auf eine Bahnbestimmung aus drei Örtern zurückzuführen, wie es denn auch Valentiner getan hat; allein abgesehen davon, daß gerade diese Beobachtungen durch das Ausgangselementensystem nicht gut dargestellt werden und überdies auch einen relativ großen Zeitraum umfassen, schien es mir eben im vorliegenden Falle nicht ratsam, auf die ausgleichende Wirkung der Methode der kleinsten Quadrate zu verzichten; ich habe demnach die genannten drei Beobachtungen einzeln in die weitere Rechnung eingeführt, in der Folge jedoch wie Normalörter behandelt.

Die der Ausgleichsrechnung zugrunde gelegten numerischen Werte für die Normalortepochen, die bezüglichen Störungen des geozentischen Ortes sowie die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung sind in der nachstehenden Tabelle enthalten.

Normalort:	I. Beob. 1—4	II Beob. 6 u. 7.	III. Beob. 8	IV. Beob. 9	V. Beob. 10
Epoche (m. Z. Greenw.)	1865 Jänn. 2·460897	8·690190	21·626973	25·552125	29·398839
δ-Rechn.	— 13° 52' 50"	16° 5' 30"	24° 57' 8"	25° 24' 35"	19° 38' 17"
$\Delta\alpha$ (Beob.—Rechn.)	— 0ˢ0375	— 0ˢ215	+ 0ˢ53	— 1ˢ46	+ 0ˢ18
$\Delta'\alpha$ (idem in Winkelsekund.)	— 0"56	— 3"23	+ 7"95	— 21"90	+ 2"70
Störung	+ 0·04	+ 0·02	— 0·03	— 0·23	— 0·43
$\Delta''\alpha$	— 0·60	— 3·25	+ 7·98	— 21·67	+ 3·13
log ($\Delta''\alpha \cos\delta$)	*n* 9·76527	*n* 0·49452	*p* 0·85944	*n* 1·29167	*p* 0·46952
$\Delta\delta$ (Beob.—Rechn.)	— 0"45	+ 0"95	— 16"0	— 13"0	+ 3"3
Störung	0·00	0·00	0·0	+ 0·1	+ 0·1
$\Delta'\delta$	— 0·45	+ 0·95	— 16·0	— 13·1	+ 3·2
log $\Delta'\delta$	*n* 9·65321	*p* 9·97772	*n* 1·20412	*n* 1·11727	*p* 0·50515

Ausgleichung.

Die Ausgleichung der zwischen Beobachtung und Rechnung resultierenden Differenzen habe ich, wie bereits erwähnt, nach der Methode der kleinsten Quadrate bewirkt, und zwar unter Benützung der Schönfeld'schen Formeln. Für die hierin auftretenden äquatorialen Elemente der Lage fand ich:

$$\left.\begin{aligned} \omega' &= \ \ 54° \ \ 2' \ 37"2 \\ \Omega' &= 217 \ \ 34 \ \ 29 \ \ 4 \\ i' &= 170 \ \ 54 \ \ 37\cdot0 \end{aligned}\right\} \text{mittleres Äquinoktium } 1865\cdot0$$

Die Bestimmung der wahren Anomalie, des Radius vector und der geozentrischen Distanz des Kometen für die Normalortepochen ergab die nachstehend angeführten Werte:

Normalort:	I	II	III	IV	V
v	6° 47' 3"	14° 2' 11"	28° 17' 59"	32° 20' 1"	36° 8' 1"
$\log r$	0·04866	0·05368	0·07390	0·08218	0·09106
$\log \rho$	9·97716	9·86749	9·53942	9·46785	9·49616

Nach Berechnung der Schönfeld'schen Koeffizienten erhielt ich, den fünf Normalörtern der Reihe nach die Gewichte 4, 2, 1, 1, 1 (proportional der Anzahl der in denselben enthaltenen Beobachtungen) erteilend, die nachstehenden Fehlergleichungen:[1]

$-0\cdot15392\,d\varkappa$	$+3\cdot81273\,dT$	$-3\cdot99781\,d\varepsilon$	$-5\cdot46335\,dq$	$-9\cdot56333\,d\lambda$	$-8\cdot63874\,d\nu$	$=-0\cdot06630$
$-0\cdot09628$	$+3\cdot78198$	$-4\cdot31125$	$-5\cdot35295$	$-9\cdot50998$	$-8\cdot90793$	$=-0\cdot64504$
$-0\cdot45267$	$+4\cdot09623$	$-4\cdot92102$	$+4\cdot84293$	$-9\cdot50008$	$-9\cdot23120$	$=+0\cdot85944$
$-0\cdot60821$	$+4\cdot18825$	$-5\cdot01816$	$+5\cdot67624$	$-9\ 09716$	$-8\cdot89856$	$=-1\cdot29167$
$-0\cdot57656$	$+4\ 07489$	$-4\cdot85001$	$+5\cdot86159$	$+9\cdot15938$	$+9\cdot02277$	$=+0\cdot46952$
$-9\cdot43495$	$+2\cdot99433$	$-3\cdot06850$	$+5\cdot11327$	$-0\cdot34859$	$-9\cdot42400$	$=-9\cdot95424$
$-9\cdot56600$	$+3\cdot07577$	$-3\cdot39279$	$+5\cdot14608$	$-0\cdot29599$	$-9\cdot69394$	$=+0\cdot12824$
$-9\cdot87116$	$+3\cdot08435$	$+3\cdot60635$	$+5\cdot54385$	$-0\cdot40630$	$-0\cdot13742$	$=-1\cdot20412$
$-9\cdot40972$	$-3\cdot17408$	$+4\cdot47002$	$+5\cdot56668$	$-0\cdot45809$	$-0\cdot25949$	$=-1\cdot11727$
$+9\cdot57345$	$-3\cdot53045$	$+4\cdot64183$	$+5\cdot28059$	$-0\cdot44619$	$-0\cdot30958$	$=+0\cdot50515$

Hierin vertreten die Schönfeld'schen Invarianten $d\varkappa$, $d\lambda$, $d\nu$ die Variationen der drei ekliptikalen Lageelemente, mit welchen sie in dem bekannten einfachen Zusammenhange stehen.

Werden in die Fehlergleichungen sechs neue Unbekannte x_1, $x_2 \ldots x_6$ eingeführt durch die Relationen:

$$x_1 = 9\cdot97429\,d\varkappa^1$$
$$x_2 = 3\cdot58131\,dT$$
$$x_3 = 4\cdot22777\,d\varepsilon$$
$$x_4 = 5\cdot38475\,dq$$
$$x_5 = 9\cdot87851\,d\lambda$$
$$x_6 = 9\cdot45236\,d\nu$$

[1] Wobei die Ifferngrößen durchwegs logarithmisch angesetzt sind.

so ergeben sich, wenn man gleichzeitig log Fehlereinheit $= 0·62410$ setzt, folgende homogene Fehlergleichungen:[1]

$-0·17963\,x_1$	$+0·23142\,x_2$	$-9·77004\,x_3$	$-0·07860\,x_4$	$-9·68482\,x_5$	$-9·18638\,x_6$	$=-9·44220$
$-0·12199$	$+0·20067$	$-0·08348$	$-9·96820$	$-9·63147$	$-9·45557$	$=-0·02094$
$-0·47838$	$+0·51492$	$-0·69325$	$+9·45818$	$-9·62157$	$-9·77884$	$=+0·23534$
$-0·63392$	$+0·60694$	$-0·79039$	$+0·29149$	$-9·21865$	$-9·44620$	$=-0·66757$
$-0·60227$	$+0·49358$	$-0·62224$	$+0·47684$	$+9·28087$	$+9·57041$	$=+9·84542$
$-9·46066$	$+9·41302$	$-8·84073$	$+9·72852$	$-0·47008$	$-9·97164$	$=-9·33014$
$-9·59171$	$+9·49446$	$-9·16502$	$+9·76133$	$-0·41748$	$-0·24158$	$=+9·50414$
$-9·89687$	$+9·50304$	$+9\ 37858$	$+0·15910$	$-0·52779$	$-0·68506$	$=-0·58002$
$-9·43543$	$-9·59277$	$+0·24225$	$+0·18193$	$-0·57958$	$-0·80713$	$=-0·49317$
$+9·59916$	$-9·94914$	$+0·41406$	$+9·89584$	$-0·56768$	$-0·85722$	$=+9·88105$

Die Auswertung der Gauß'schen Symbole lieferte:

$[aa] = +\ 48·7271$, $[ab] = -45·1020$, $[ac] = +\ 61·1198$, $[ad] = -19·8602$, $[ae] = +\ 6·6050$
$[af] = +\ 5·7914$, $[aF] = +17·9395$, $[bb] = +\ 43·4167$, $[bc] = -60·0777$, $[bd] = +14·1619$
$[be] = -\ 0·8275$, $[bf] = +\ 3·9317$, $[bF] = -\ 13·7672$, $[cc] = +91·6777$, $[cd] = -19·3020$
$[ce] = -\ 13·3530$, $[cf] = -27·1499$, $[cF] = +\ 14·3151$, $[dd] = +20·8296$, $[de] = -15·5277$
$[df] = -\ 23·0623$, $[dF] = -14·7482$, $[ee] = +\ 55·6564$, $[ef] = +75·1790$, $[eF] = +22·3946$
$[ff] = +\ 121·0044$, $[fF] = +33·4165$.

Demnach werden die Normalgleichungen:[1]

$+1·687771\,x_1$	$-1·654196\,x_2$	$+1·786182\,x_3$	$-1·297983\,x_4$	$+0·819873\,x_5$	$+0·762784\,x_6$	$=+\ 1·253810$
$-1·654196$	$+1·637657$	$-1·778713$	$+1·151122$	$-9·917768$	$+0·594580$	$=-\ 1·138845$
$+1·786182$	$-1·778713$	$+1·962264$	$-1·285602$	$-1·125579$	$-1·433768$	$=+\ 1·155794$
$-1·297983$	$+1·151122$	$-1·285602$	$+1·318681$	$-1·191108$	$-1·362903$	$=-\ 1·168739$
$+0·819873$	$-9·917768$	$-1·125579$	$-1·191108$	$+1·745515$	$+1·876097$	$=+\ 1·350143$
$+0·762784$	$+0·594580$	$-1·433768$	$-1·362903$	$+1·876097$	$+2·082801$	$=+\ 1·523961$

woraus zunächst:

$\log x_1 = +\ 9·654244$	$x_1 = +\ 0·45107$
$\log x_2 = +\ 9·677141$	$x_2 = +\ 0·47549$
$\log x_3 = +\ 9·357249$	$x_3 = +\ 0·22764$
$\log x_4 = -\ 8·902057$	$x_4 = -\ 0·07981$
$\log x_5 = +\ 9·019449$	$x_5 = +\ 0·10458$
$\log x_6 = +\ 9·322242$	$x_6 = +\ 0·21001$

gefunden wurde; nach Multiplikation mit der Fehlereinheit und Division durch die Homogenitätsfaktoren ergab sich hieraus:

---

[1] Wobei die Ziffengrößen durchwegs logarithmisch angesetzt sind.

$$d\varkappa = +2''014$$
$$dT = +0\cdot0005247^d$$
$$d\varepsilon = +0\cdot00005670$$
$$dq = -0\cdot00000139$$
$$d\lambda = +0''582$$
$$d\nu = +3''119$$

und schließlich:

$$d\Omega = +2''252$$
$$di = -3\cdot103$$
$$d\omega = +4\cdot166$$

Die wahrscheinlichste Bahn des Kometen stellt sich demnach als Hyperbel dar mit nachfolgenden schließlichen Elementen:

Oskulation: 1865 Jänner 16·0

$T = $ 1864 Dez. 27·720195 mittlere Zeit Greenwich

$$\left.\begin{aligned}\omega &= 178^\circ\ 30'\ 50''2\\ \Omega &= 340\ \ 54\ \ 23\cdot8\\ i &= 162\ \ 52\ \ 33\cdot5\end{aligned}\right\}\text{ mittleres Äquinoktium 1865·0}$$

$$\log q = 0\cdot0471347$$
$$\varepsilon = 1\cdot0000567$$

Wird nun behufs Ermittlung der Elementenkorrektionen für die wahrscheinlichste Parabelbahn $d\varepsilon = 0$ gesetzt, so verschwinden in dem System der Normalgleichungen alle Glieder mit x_3 sowie auch (infolge der symmetrischen Anordnung der Koeffizienten) die dritte Gleichung. Durch Auflösung der resultierenden Gleichungen findet man in diesem Falle:

$\log x_1 = -9\cdot725805$	$x_1 = -0\cdot53187$	$d\varkappa = -2''375$	
$\log x_2 = -9\cdot873146$	$x_2 = -0\cdot74670$	$dT = -0\cdot0008240^d$	hieraus:
$\log x_4 = -9\cdot640640$	$x_4 = -0\ 43716$	$dq = -0\cdot00000759$	$d\Omega = +0''855$
$\log x_5 = +8\cdot473195$	$x_5 = +0\cdot02973$	$d\lambda = +0''166$	$di = -3\cdot322$
$\log x_6 = +9\cdot350417$	$x_6 = +0\cdot22409$	$d\nu = +3''328$	$d\omega = -1\cdot557$

und erhält damit die folgenden schließlichen parabolischen Elemente:

Oskulation 1865 Jänner 16·0

$T = $ 1864 Dez. 27·718846 mittlere Zeit Greenwich

$$\left.\begin{aligned}\omega &= 178^\circ\ 30'\ 44''5\\ \Omega &= 340\ \ 54\ \ 22\cdot4\\ i &= 162\ \ 52\ \ 33\cdot3\end{aligned}\right\}\text{ mittleres Äquinoktium 1865·0}$$

$$\log q = 0\cdot0471322$$

Ich lasse nun noch eine Übersicht über die Darstellung der Normalörter durch das (Valentiner'sche) Ausgangselementensystem sowie die beiden von mir erhaltenen schließlichen Elementensysteme folgen:

Normalort:		I	II	III	IV	V	Fehlerquadr.
cos δ Δα	Ausgangs-elemente	− 0″58	− 3″12	+ 7″24	−19″57	+ 2″95	893″13
Δα		− 0·45	+ 0·95	−16·0	−13·1	+ 3·2	
cos δ Δα	Hyperbolische Elemente	− 0·59	− 2·68	+11·94	−12·60	+ 8·92	613·20
Δδ		+ 0·75	+ 3·17	− 9·1	− 5·6	+10·0	
cos δ Δ	Parabolische Elemente	− 0·60	− 2·67	+11·94	−12·61	+ 8·92	613·41
Δδ		+ 0·75	+ 3·17	− 9·1	− 5·6	+10·0	

Die gelegentlich der ersten Auflösung der Normalgleichungen erhaltene verschwindende Abweichung der Exzentrizität von der Einheit findet in den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern ihre hinlängliche Erklärung und vermöchte die Beibehaltung hyperbolischer Bahnelemente um so weniger zu begründen, als die Sicherheit der erhaltenen Korrektionsgrößen und damit auch des Kriteriums über den Bahncharakter durch das spärliche Beobachtungsmateriale naturgemäß in ungünstigem Sinne beeinflußt wird. Aus diesem Grunde möchte ich auch das zuletzt angeführte parabolische Elementensystem für das definitive erklären, zumal, wie aus der obigen Zusammenstellung ersichtlich, die Vernachlässigung von $d\varepsilon$ eine nennenswerte Vergrößerung der zwischen Beobachtung und Rechnung resultierenden Differenzen sowie des Fehlerquadrates nicht zur Folge hat.

Zum Schlusse kann ich mir nicht versagen, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Karl Hillebrand, für die vielfachen während der Abfassung dieser Arbeit erhaltenen Anregungen hiermit meinen aufrichtigsten Dank auszudrücken.